

Novel metamorphic hetero-junction bipolar transistor

Patent number: TW494577
Publication date: 2002-07-11
Inventor: JAU PENG-SHENG (TW); LIN YAN-JIN (TW); WU CHAN-SHIN (US)
Applicant: WIN SEMICONDUCTORS CORP (TW)
Classification:
- **international:** H01L29/737
- **european:**
Application number: TW20000117394 20000828
Priority number(s): TW20000117394 20000828

[Report a data error here](#)

Abstract of TW494577

This invention provides a novel metamorphic hetero-junction bipolar transistor (MHBT) with a material structure suitable for low cost production on large dimension GaAs wafer. The material structure includes: a semi-insulative GaAs substrate; an undoped AlGaAsSb, AlInGaAs or other form of metaphoric buffer layer; a highly-doped n-type InGaAs layer used to form ohmic contact of collector of the metamorphic hetero-junction bipolar transistor; a lightly-doped n-type InGaAs, InP or InAlAs layer used to form collector of the metamorphic hetero-junction bipolar transistor; a highly doped p-type InGaAs layer used to form base of the metamorphic hetero-junction bipolar transistor and to function as ohmic contact of the base; an n-type InAlAs, changing AlInGaAs or InP layer used to form the emitter of the metamorphic hetero-junction bipolar transistor; and a highly doped n-type InGaAs layer used to form ohmic contact of the emitter of the metamorphic hetero-junction bipolar transistor. This material structure enables the manufacture of metamorphic hetero-junction bipolar transistor with high In content on six-inch or larger GaAs wafer to achieve lower production cost and higher power and efficiency.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

中華民國專利公報 [19] [12]

[11]公告編號：494577

[44]中華民國 91年 (2002) 07月 11日

發明

全 2 頁

[51] Int.Cl⁰⁷ : H01L29/737

[54]名 稱：具有適用於低成本生產於大尺寸砷化鎵晶圓之材料結構的新型變形異質接面雙極性電晶體

[21]申請案號：089117394

[22]申請日期：中華民國 89年 (2000) 08月 28日

[72]發明人：

趙鵬盛

林燕津

吳展興

高雄市前金區中山橫路一三三號

台北市南京東路三段十四巷四號

美國

[71]申請人：

穩懋半導體股份有限公司

台北市建國北路二段三巷十五號九樓之二

[74]代理人：潘海濤 先生

劉秋絹 先生

1

2

[57]申請專利範圍：

1. 一種變形異質接面雙極性電晶體 (metamorphic heterojunction bipolar transistor, MHBT)，其具有一材料結構，以適用於低成本生產於六吋或更大尺寸之砷化鎵晶圓，該材料結構包括有：

一半絕緣之 GaAs(砷化鎵)基板；

一未摻雜之變形緩衝層；

一高摻雜之 n- 型 InGaAs(砷化銦鎵)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之集極的歐姆接觸；

一低摻雜之 n- 型 InGaAs(砷化銦鎵)或 InP(磷化銦)或 InAlAs(砷化銦鋁)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之集極；

一高摻雜之 p- 型 InGaAs(砷化銦鎵)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之基極以及作為該基極的歐姆接觸；

一 n- 型 InAlAs(砷化銦鋁)或漸變之

AlInGaAs(砷化鋁銦鎵)或 InP(磷化銦)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之射極；以及

一高摻雜之 n- 型 InGaAs(砷化銦鎵)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之射極的歐姆接觸。

2. 如申請專利範圍第 1 項之變形異質接面雙極性電晶體，其中該未摻雜之變形緩衝層係可為未摻雜之 AlGaAsSb(砷銻化鋁鎵)或 AlInGaAs(砷化鋁銦鎵)或其他形式之變形緩衝層。

圖式簡單說明：

圖一係為繪示先前技藝中的磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之一材料結構的實例之橫截面圖。

圖二係為根據本發明之較佳具體實施例所繪示之變形異質接面雙極性電晶體之一材料結構的實例之橫截面圖。

(2)

16	n^+ InGaAs 射極歐姆接觸
15	n InAlAs(或 graded n AlInGaAs 或 n InP) 射極
14	p^+ InGaAs 基極
13	n^- InGaAs (或 n^- InP, 或 n^- InAlAs) 集極
12	n^+ InGaAs 集極歐姆接觸
10	InP 基板

第 1 圖

26	n^+ InGaAs 射極歐姆接觸
25	n InAlAs(或 graded n AlInGaAs 或 n InP) 射極
24	p^+ InGaAs 基極
23	n^- InGaAs (或 n^- InP, 或 n^- InAlAs) 集極
22	n^+ InGaAs 集極歐姆接觸
21	AlGaAsSb 或 AlInGaAs 或 其他型式之變形緩衝層
20	GaAs 基板

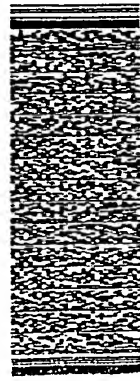
第 2 圖

發明專利說明書

494577

具有適用於低成本生產於大尺寸砷化鎵晶圓之材料結構的新型變形異質接面電晶體

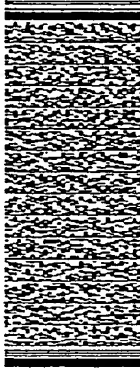
發明名稱	中文	英文
一	姓名(中文)	1. 趙國盛 2. 林燕萍 3. 吳展興
二	姓名(英文)	1. 2. Chan-Shin Wu 3.
發明人	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 美國
	住所	1. 高雄市前金區中山路133號 2. 台北市南京東路三段14巷4號 3. 36 Mela Lane, Rancho Palos Verdes, CA 90275
	姓名(中文)	1. 穩懋半導體股份有限公司
	姓名(英文)	1.
三	國籍	1. 中華民國
申請人	住所(事務所)	1. 台北市建國北路二段三巷15號9樓之2
	代表人姓名(中文)	1. 謝式川
	代表人姓名(英文)	1.



四、中文發明摘要 (發明之名稱: 具有適用於低成本生產於大尺寸砷化鎵晶圓之材料結構的新型變形異質接面電晶體)

一種變形異質接面雙極性電晶體(metamorphic heterojunction bipolar transistor, MMBT), 其具有一材料結構, 以適用於低成本生產於大尺寸砷化鎵晶圓, 該材料結構包括有: 一半絕緣之GaAs(砷化鎵)基板; 一未摻雜之AlGaAsSb(砷銻化鎵)或AlInGaAs(砷化鎵)或其他形式之變形緩衝層; 一高摻雜之n-型InGaAs(砷化鎵)層, 以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之集極的歐姆接觸; 一低摻雜之n-型InGaAs(砷化鎵)或InP(磷化銦)或InAlAs(砷化銦)層, 以形成該變形異質接面雙極性電晶體之集極; 一高摻雜之p-型InGaAs(砷化鎵)層, 以形成該變形異質接面雙極性電晶體之基極以及作為該基極的歐姆接觸; 一n-型InAlAs(砷化銦)或漸變之AlInGaAs(砷

英文發明摘要 (發明之名稱:)



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具有適用於低成本生產於大尺寸砷化鎵晶圓之材料結構的新型變形異質接面雙極性電晶體)

化鋁銦銻)或InP(磷化銦)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之射極；以及一高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦銻)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之射極的歐姆接觸。此種材料結構可使高銦含量之變形異質接面雙極性電晶體得以製造於具有六吋或更大直徑之大大尺寸砷化鎵晶圓上，可獲得較低的製造成本，以及及更高的功率與效率。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

(一) 發明的領域

本發明係有關於一種變形異質接面雙極性電晶體 (metamorphic heterojunction bipolar transistor, MHBT)，特別是有關於一種具有適用於低成本生產於大尺寸砷化鎵晶圓的材料結構之變形異質接面雙極性電晶體，(二) 相關技藝之敘述

近來，無論是在軍事或商業應用領域中的數位電路、通訊系統、以及尖端電子系統中，高性能之電晶體系列的放大器因其能在高頻處理電子訊號，遂儼然成為新一代高科技工業的巨星。這些放大器無論在低成本、高增益、低雜訊、與高頻性能上均具有優於傳統之IMPATT與TWTS等微波元件的特性。

異質接面雙極性電晶體(heterojunction bipolar transistor, HBT)於兩種不同組成與能隙的半導體之間具有一異質接面。其使用寬能隙的射極以及窄能隙的基極，造成在異質接面處的能帶補償，有助於N-p-n電晶體內之電子發射至基極，並且同時阻礙電洞發射進入射極。並由於於聚集在位障的電子以順向加速的方式入射至基極，減少了基極的橫越時間(transit time)，遂提供了在高頻操作之優勢。

因此，AlGaAs(或InGaP)/GaAs材料系列之砷化鎵異質接面雙極性電晶體極適用於行動電話中之功率放大器的應用，因其具有高頻、高線性、小晶粒尺寸、以及只需要一供應電源等優點。然而，砷化鎵系列異質接面雙極性電晶體

五、發明說明 (2)

體之高導通電壓於實際應用中卻將目前所使用之行動電壓限制於3.0至3.6伏特範圍的操作電壓。

目前行動通訊之主要趨勢係將系統設計成支援單一細胞鋰電池，其供給電壓範圍在1.2至1.5伏特之間(已從常用之3.6伏特下降)。此乃歸因於電池組之尺寸與重量的減輕，其中該電池組係佔去無線手機大約60%的總重量。相對地，磷化銦系列之異質接面雙極性電晶體則極適用於1.5伏特的操作電壓，因為其具有較低的導通電壓，並且提供較砷化鎵系列異質接面雙極性電晶體更高之增益與效率。其主要原因在於高銦含量之材料具有較高的載子遷移率、更快的非平衡傳輸速率、以及較低的表面復合速率。

InAlAs(或漸變AlInGaAs)/InGaAs異質接面材料系列之磷化銦異質接面雙極性電晶體已被成功地製造於磷化銦基板上。煩請參閱圖一，其係為繪示先前技藝中的磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之一材料結構的實例之橫截面圖。如該圖中所示，該磊晶成長之材料結構係包括有：一半絕緣之InP基板10；一高摻雜之n-型InGaAs層12，以形成作為該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之集極的歐姆接觸；一低摻雜之n-型InGaAs或InP或InAlAs層13，以形成該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之集極；一高摻雜之p-型InGaAs層14，以形成該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之基極以及作為該基極的歐姆接觸；一n-型InAlAs電晶體之AlInGaAs或InP層15，以形成該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之射極；以及一高摻雜之n-型InGaAs層

五、發明說明 (3)

16，以形成作為該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之射極的歐姆接觸。

因此，該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體具有提供較高的最大操作頻率以及截止頻率等優點，以大幅降低雜訊、提高增益與效率。此乃基於該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體具有較高的銦含量，其造成較高的電子速度、電流密度、與轉導值。儘管該磷化銦系列異質接面雙極性電晶體在低電壓與高效率操作方面具有十足的吸引力，尤其是其在行動電話之功率放大器的應用上，然而其在製程上卻有相當大的困難，主要是由於其所使用的磷化銦基板。

另外，磷化銦晶圓非常易碎、昂貴、且目前只限於三吋的晶圓供應。相對地，如果使用六吋的磷化銦晶圓，磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之製程技術便能具有較高的良率與較低的成本(目前較磷化銦少了40%)。

是以，發展出一種具有高效率、低操作電壓與低製造成本之新型裝置實乃克不容緩。

(三)發明之概述

因此，本發明之一主要目的乃在提供一種新型之變形異質接面雙極性電晶體，其具有一種能帶來高效率與低電壓操作的材料結構。

本發明之另一目的乃在提供一種新型之變形異質接面雙極性電晶體，其具有一種能降低製造成本的材料結構。為了要達到上述之目的，本發明提供了一種變形異質接面雙極性電晶體，其具有一材料結構，以適用於低成本生產

五、發明說明 (4)

於大尺寸磷化銦晶圓，該材料結構包括有：一半絕緣之GaAs(砷化銦)基板；一未摻雜之AlGaAsSb(砷銻化銦銻)或AlInGaAs(砷化銦銻)或其他形式之變形緩衝層；一高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦銻)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之集極的歐姆接觸；一低摻雜之n-型InGaAs(砷化銦銻)或InP(磷化銦)或InAlAs(砷化銦銻)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之集極；一高摻雜之p-型InGaAs(砷化銦銻)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之基極以及作為該基極的歐姆接觸；一n-型InAlAs(砷化銦銻)或漸變之AlInGaAs(砷化銦銻)或InP(磷化銦)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之射極；以及一高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦銻)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之射極的歐姆接觸。

較佳者，該材料結構係磊晶成長於具有六吋或更大直徑之大尺寸磷化銦晶圓上。

(五)較佳實施例之詳細描述

煩請參閱圖二，其係為根據本發明之較佳具體實施例所繪示之變形異質接面雙極性電晶體之一材料結構的實例之橫截面圖。如圖中所示，該磊晶成長之材料結構係包括有：一半絕緣之GaAs(砷化銦)基板20；一未摻雜之AlGaAsSb(砷銻化銦銻)或AlInGaAs(砷化銦銻)或其他形式之變形緩衝層21；一高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦銻)層22，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之集極的歐姆接觸；一低摻雜之n-型InGaAs(砷化銦銻)或InP(磷化銦)

五、發明說明 (5)

)或InAlAs(砷化銦鋁)層23,以形成該變形異質接面雙極性電晶體之集極;一高摻雜之p-型InGaAs(砷化銦鎵)層24,以形成該變形異質接面雙極性電晶體之基極以及作為該基極的歐姆接觸;一n-型InAlAs(砷化銦鋁)或漸變之AlInGaAs(砷化銦鎵鎵)或InP(磷化銦)層25,以形成該變形異質接面雙極性電晶體之射極;以及一高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦鎵)層26,以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之射極的歐姆接觸。

值得注意的是,該變形異質接面雙極性電晶體之主要特徵在於一層緩衝層21,其餘包夾於該基板20與該集極歐姆接觸層22之間。如此使得該變形異質接面雙極性電晶體得以利用磷化銦系列異質接面雙極性電晶體之主動層結構於砷化鎵基板20上,此乃由於該緩衝層具有在該砷化鎵基板20以及原本晶格匹配至磷化銦基板10的高銦含量之磊晶成長層22-26之間的晶格常數之過渡作用。

因此,該變形異質接面雙極性電晶體具有習用之磷化銦系列異質接面雙極性電晶體的特性,卻只需要使用砷化鎵基板的製程成本。在實際使用上,變形異質接面雙極性電晶體所使用的砷化鎵基板使得非常高性能之裝置/MMIC(單石微波積體電路)具有低的基板與晶圓製程成本。如果果使用大面積的砷化鎵晶圓,例如直徑為六吋者,則該變形異質接面雙極性電晶體的晶片成本可更為下降。值得注意的,砷化鎵材料提供有六吋晶圓,而磷化銦材料僅提供有三吋晶圓。變形異質接面雙極性電晶體所使用的晶格常

五、發明說明 (6)

數偏移的緩衝層成長技術係可以商業方式取得,諸如美國的IQE以及法國的Picogiga均提供有磊晶代工的業務。

變形技術亦允許在材料結構中的鋁與銦成分之寬鬆的組成範圍,其提供了優良的潛力以供日後更高性能的發展,例如較習知的磷化銦系列異質接面雙極性電晶體更高的崩潰電壓與效率。

綜言之,我們將本發明所以及先前技藝所揭露者歸納於表一。吾等可發現,本發明之新型變形異質接面雙極性電晶體具有以下的優點:

- (1)、晶圓成本遠低於同尺寸的磷化銦晶圓;
- (2)、砷化鎵基板較不易碎,有助於良率之提昇;
- (3)、易於晶圓背面加工,可節省40%以上的製程成本;
- (4)、砷化鎵材料提供了較大尺寸的晶圓,有助於低成本晶片的生產。

晶片的生產

本發明之圖式與描述以較佳實施例說明如上,僅用於藉以幫助了解本發明之實施,非用以限定本發明之精神,而熟悉此領域技藝者於領悟本發明之精神後,在不脫離本發明之精神範圍內,當可作些許更動潤飾及同等之變化換,其專利保護範圍當視後附之申請專利範圍及其等同領域而定。

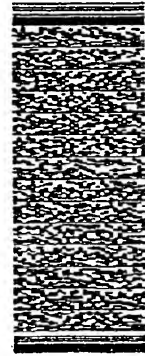
(四)圖式之簡要說明

本發明之性質、原理與應用，藉由下列參照附圖所作之較佳具體實施例的詳細描述，將會更為明白，其中類似的元件係由類似的參數字或字元所表示，其中：

圖一係為繪示先前技術中的砷化銦系列異質接面雙極性電晶體之一材料結構的實例之橫截面圖。

圖二係為根據本發明之較佳具體實施例所繪示之變形異質接面雙極性電晶體之一材料結構的實例之橫截面圖。

表一係為現今無線手機所用之功率電晶體技術的比較。



六、申請專利範圍

1、一種變形異質接面雙極性電晶體(metamorphic heterojunction bipolar transistor, MHBT)，其具有一

材料結構，以適用於低成本生產於六吋或更大尺寸之砷化銦晶圓，該材料結構包括有：

一、一半絕緣之GaAs(砷化銦)基板；

一、未摻雜之變形緩衝層；

一、高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之集極的歐姆接觸；

一、低摻雜之n-型InGaAs(砷化銦)或InP(磷化銦)或InAlAs(砷化銦鋁)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之集極；

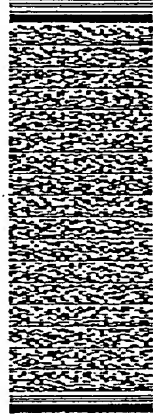
一、高摻雜之p-型InGaAs(砷化銦)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之基極以及作為該基極的歐姆接觸；

一、n-型InAlAs(砷化銦鋁)或漸變之AlInGaAs(砷化銦鋁)或InP(磷化銦)層，以形成該變形異質接面雙極性電晶體之射極；以及

一、高摻雜之n-型InGaAs(砷化銦)層，以形成作為該變形異質接面雙極性電晶體之射極的歐姆接觸。

2、如申請專利範圍第1項之變形異質接面雙極性電晶體，其中該未摻雜之變形緩衝層係可為未摻雜之

AlGaAsSb(砷銻化銦)或AlInGaAs(砷化銦鋁)或其



他形式之變形緩衝層。

16	n^+ InGaAs 射極歐姆接觸
15	n InAlAs(或 graded n AlInGaAs 或 n InP) 射極
14	p^+ InGaAs 基極
13	n^- InGaAs (或 n^- InP, 或 n^- InAlAs) 集極
12	n^+ InGaAs 集極歐姆接觸
10	InP 基板

第 1 圖

26	n^+ InGaAs 射極歐姆接觸
25	n InAlAs(或 graded n AlInGaAs 或 n InP) 射極
24	p^+ InGaAs 基極
23	n^- InGaAs (或 n^- InP, 或 n^- InAlAs) 集極
22	n^+ InGaAs 集極歐姆接觸
21	AlGaAsSb 或 AlInGaAs 或 其他型式之變形緩衝層
20	GaAs 基板

第 2 圖

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.